

物 理

以下の 1 から 29 にあてはまる最も適切な答えを各解答群から 1 つ選び、解答用紙(マークシート)にマークせよ。ただし、同じ番号をくり返し選んでもよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

I 図 1 に示すように、水平面からの高さが h の台の端から、質量 m の小球を水平方向に対して角 θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) の方向に発射させた。台の端から距離 h だけ離れた水平面上の点を点 P とする。水平面上では水平面との摩擦が無視できる台車に A さんが乗っており、台車と A さんを合わせた質量は $4m$ である。台車と A さんは大きさの無視できる物体とみなし、小球、A さん、台車の運動は紙面内にかぎる。水平面を位置エネルギーの基準とし、小球、A さん、台車が持つ力学的エネルギーの総和を E_{sum} とする。また、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できる。

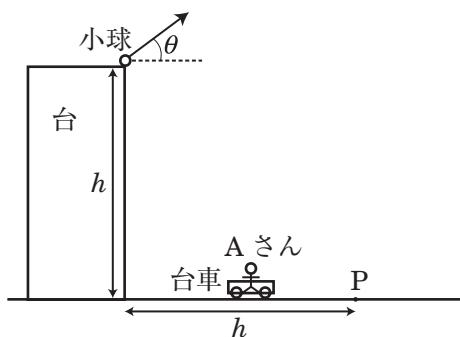


図 1

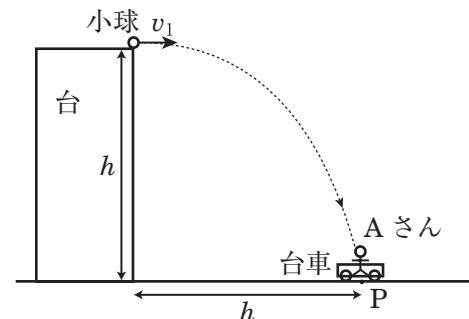


図 2

- (1) 図 2 のように、台から速さ v_1 、 $\theta = 0$ で発射された小球を、点 P で静止している台車上の A さんが捕球した。小球が発射されてから A さんが捕球するまでにかかる時間は、 h と g を用いて 1 と表される。このとき v_1 は、 h と g を用いて 2 と表される。A さんが小球を捕球する直前の E_{sum} は 3 $\times mgh$ である。捕球後、小球、A さん、台車は一体となって速さ 4 $\times v_1$ で水平面上を動いた。捕球後の E_{sum} は 5 $\times mgh$ である。

1 の解答群

① $\sqrt{\frac{h}{g}}$

② $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

③ $\sqrt{\frac{3h}{g}}$

④ $2\sqrt{\frac{h}{g}}$

⑤ $\sqrt{\frac{5h}{g}}$

⑥ $\sqrt{\frac{6h}{g}}$

⑦ $\sqrt{\frac{7h}{g}}$

⑧ $\sqrt{\frac{8h}{g}}$

2 の解答群

① \sqrt{gh}

② $\sqrt{2gh}$

③ $\sqrt{3gh}$

④ $2\sqrt{gh}$

⑤ $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

⑥ $\frac{\sqrt{gh}}{2}$

⑦ $\sqrt{\frac{gh}{8}}$

⑧ $\frac{\sqrt{gh}}{4}$

3 の解答群

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{3}{2}$

③ $\frac{5}{2}$

④ $\frac{7}{2}$

⑤ $\frac{1}{4}$

⑥ $\frac{3}{4}$

⑦ $\frac{5}{4}$

⑧ $\frac{7}{4}$

4 と 5 の解答群

① 1

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{1}{3}$

④ $\frac{1}{4}$

⑤ $\frac{1}{5}$

⑥ $\frac{1}{6}$

⑦ $\frac{1}{7}$

⑧ $\frac{1}{8}$

⑨ $\frac{1}{9}$

⑩ $\frac{1}{10}$

Ⓐ $\frac{1}{20}$

Ⓑ $\frac{1}{30}$

Ⓒ $\frac{1}{50}$

Ⓓ $\frac{1}{100}$

- (2) 台から速さ v_2 、角 θ で小球を発射したところ、水平方向に対して角 ϕ で点 P に到達した。

図3のように、台の端から出発し水平面上を右向きに等速で走る台車上のAさんが、点Pでこの小球を捕球したと考える。台の端から出発して捕球するまでの間、Aさんは常に小球を真上に見ていた。この場合、小球を受け取る前の台車の速さは、6 $\times v_2$ である。

図4のように、水平面上を左向きに等速で走る台車上のAさんが、点Pでこの小球を捕球したと考える。Aさんが捕球した直後に小球、Aさん、台車は一体となって静止したとすると、小球を受け取る前の台車の速さは 7 $\times v_2$ である。

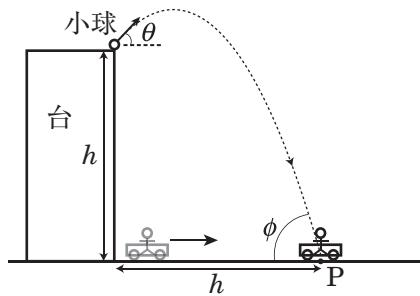


図3

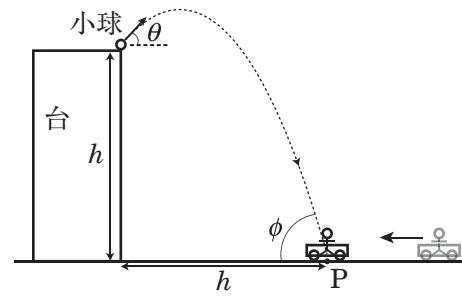


図4

6 と 7 の解答群

① $\cos \theta$

② $\sin \theta$

③ $\cos \phi$

④ $\sin \phi$

⑤ $\frac{\cos \theta}{4}$

⑥ $\frac{\sin \theta}{4}$

⑦ $\frac{\cos \phi}{4}$

⑧ $\frac{\sin \phi}{4}$

(3) 台から速さ v_3 , $\theta = 45^\circ$ で小球を発射したところ, 小球は点 P に到達した。

図3で $\theta = 45^\circ$ とし, 台の端から出発し水平面上を等速で右向きに走る台車上の Aさんが, 点 P で小球を捕球した場合を考える。台の端から出発して捕球するまでの間, Aさんは常に小球を真上に見ていた。このとき v_3 は, h と g を用いて 8 と表される。Aさんが小球を捕球する直前の E_{sum} は, 9 $\times mgh$ である。捕球後, 小球, Aさん, 台車が水平面上を一体となって動いた場合の E_{sum} は, 10 $\times mgh$ である。

図4で $\theta = 45^\circ$ とし, 水平面上を左向きに等速で走る台車上の Aさんが, 点 P でこの小球を捕球した場合を考える。Aさんが小球を捕球した直後に小球, Aさん, 台車は一体となって静止したとすると, Aさんが小球を捕球する直前の E_{sum} は 11 $\times mgh$ である。

8 の解答群

- ① \sqrt{gh} ② $\sqrt{2gh}$ ③ $\sqrt{3gh}$ ④ $2\sqrt{gh}$
⑤ $\sqrt{\frac{gh}{2}}$ ⑥ $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ ⑦ $\sqrt{\frac{gh}{8}}$ ⑧ $\frac{\sqrt{gh}}{4}$

9, 10, 11 の解答群

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ $\frac{5}{4}$ ④ $\frac{7}{4}$ ⑤ $\frac{1}{8}$ ⑥ $\frac{3}{8}$ ⑦ $\frac{5}{8}$
⑧ $\frac{7}{8}$ ⑨ $\frac{21}{16}$ ⑩ $\frac{31}{16}$ ⑪ $\frac{41}{16}$ ⑫ $\frac{21}{32}$ ⑬ $\frac{31}{32}$ ⑭ $\frac{41}{32}$

II ダイオードとは、一方向のみに電流を流す作用（整流作用）をもつ電子部品である。

図1に示したダイオードを表す記号において、AからBへの方向を順方向と言う。

図1のダイオードは、順方向に電圧を加えたときだけ電流がAからBに向かって流れ、逆方向に電圧を加えたときには電流が流れない。



図1

ここで、ダイオード、電池、抵抗を用いた図2と図3の回路について考える。ただし、図2と図3のダイオードは理想的なダイオードとみなし、順方向には抵抗なしに電流を通し、逆方向には電流を通さないとする。

(1) 図2に示した、ダイオード、抵抗、電池とスイッチで構成された回路がある。二つの電池 E_1 と E_2 の起電力はどちらも V [V]、電池 E_3 の起電力は V_3 [V] で、全ての電池の内部抵抗は無視できる。抵抗 R_1 の抵抗値は r [Ω]、抵抗 R_2 の抵抗値は $2r$ [Ω] で、図中の矢印の向きに流れる電流を正とする。

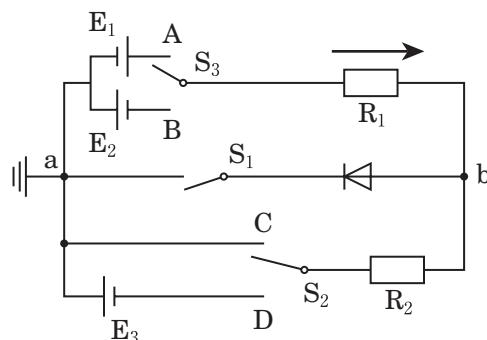


図2

はじめ、スイッチ S_1 は開いていて、スイッチ S_2 は C と、スイッチ S_3 は B に接続されていた。このとき、抵抗 R_1 に流れる電流は $12 \times \frac{V}{r}$ [A] であり、a に対する b の電位は $13 \times V$ [V] である。

S_1 を閉じて S_2 を C に接続した。 S_3 を A に接続したときに R_1 に流れる電流は $14 \times \frac{V}{r}$ [A] で、B に接続したときに R_1 に流れる電流は $15 \times \frac{V}{r}$ [A] であった。

S_1 を閉じ、 S_2 を D に接続し、 S_3 を A に接続すると、ダイオードには電流が流れなかった。これより、 E_3 の起電力 V_3 [V] は、 $V_3 \geq 16 \times V$ [V] の条件をみたす。

12 から **15** の解答群

- | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{1}{4}$ | ② $\frac{1}{3}$ | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\frac{2}{3}$ | ⑤ $\frac{3}{4}$ |
| ⑥ 1 | ⑦ $\frac{5}{4}$ | ⑧ $\frac{3}{2}$ | ⑨ $\frac{5}{3}$ | ⑩ 2 |
| ⑪ $-\frac{1}{4}$ | ⑫ $-\frac{1}{3}$ | ⑬ $-\frac{1}{2}$ | ⑭ $-\frac{2}{3}$ | ⑮ $-\frac{3}{4}$ |
| ⑯ -1 | ⑰ $-\frac{5}{4}$ | ⑱ $-\frac{3}{2}$ | ⑲ $-\frac{5}{3}$ | ⑳ -2 |

16 の解答群

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{4}$ | ② $\frac{1}{3}$ | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\frac{2}{3}$ | ⑤ $\frac{3}{4}$ |
| ⑥ 1 | ⑦ $\frac{5}{4}$ | ⑧ $\frac{3}{2}$ | ⑨ $\frac{5}{3}$ | ⑩ 2 |

- (2) 図3に示した、ダイオード、抵抗、電池とスイッチで構成された回路がある。図3の2つの電池の起電力は V [V] で、内部抵抗は無視できる。抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 の抵抗値の大きさは全て同じで、 r [Ω] である。

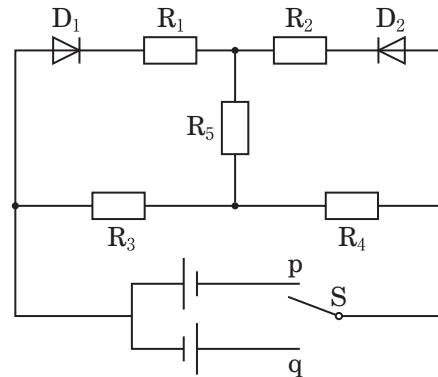


図3

スイッチ S を p もしくは q に接続したときにダイオード D_1 と D_2 に流れる電流は、

17

S を p に接続したときの回路全体の抵抗は $18 \times r$ [Ω] であるので、抵抗 R_4 に流れる電流の大きさは $19 \times \frac{V}{r}$ [A]、抵抗 R_5 に流れる電流の大きさは $20 \times \frac{V}{r}$ [A] である。また、 S を q に接続したときに R_4 に流れる電流の大きさは $21 \times \frac{V}{r}$ [A] である。

17 の解答群

- ① p に接続すると D_1 のみに、 q に接続すると D_2 のみに流れる。
- ② p に接続すると D_2 のみに、 q に接続すると D_1 のみに流れる。
- ③ p に接続すると D_1 と D_2 の両方に流れるが、 q に接続すると両方とも流れない。
- ④ p に接続すると D_1 と D_2 の両方とも流れないが、 q に接続すると両方に流れる。
- ⑤ p と q のどちらに接続しても、 D_1 と D_2 の両方に流れる。
- ⑥ p と q のどちらに接続しても、 D_1 と D_2 の両方とも流れない。

18 から 21 の解答群

① $\frac{1}{5}$

② $\frac{1}{4}$

③ $\frac{1}{3}$

④ $\frac{2}{5}$

⑤ $\frac{1}{2}$

⑥ $\frac{3}{5}$

⑦ $\frac{2}{3}$

⑧ $\frac{3}{4}$

⑨ $\frac{4}{5}$

⑩ 1

⑪ $\frac{6}{5}$

⑫ $\frac{5}{4}$

⑬ $\frac{4}{3}$

⑭ $\frac{3}{2}$

⑮ $\frac{7}{5}$

⑯ $\frac{8}{5}$

⑰ $\frac{5}{3}$

⑱ 2

⑲ 3

⑳ 5

III 水中の光速は空気中の光速と異なることが知られている。空気に対する水の屈折率 n が $n=1.3$ であるとき、空気中の光速を $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とすると、水中の光速は 22 m/s となる。この水中と空気中の光速の違いによって、水中にある物体を水の外からみると物体のある位置が違って見える。ここで、水平な池の底にある点光源を水面より上から見ることを考える。ただし、点光源からの光は、どこにも反射をせずに直接観測者に達したとする。

- (1) 図1に示すように、池の底にある点光源から岸に立つ観測者の目に届く光の経路を考える。池の底の点光源が点Pの位置にあるとして、水中から空気中に進む光の入射角を θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)、屈折角を ϕ ($0^\circ < \phi < 90^\circ$) とすると、水面上の点Oで屈折した光の屈折角 ϕ は $\sin \phi = \frac{23}{24}$ と表される。水面を基準として観測者の目の高さを l 、池の深さを L とすると、観測者から点Pまでの水平方向の距離は 24 となる。このとき、観測者には池の底の点Qに光源があるように見えた。この点Qを、見かけの光源の位置という。点Qは観測者の目と点Oを結ぶ線分を延長した直線が池の底と交わる点であり、点Pから点Qまでの水平方向の距離は 25 と表される。また、観測者の立っている位置はそのままで、目の高さのみを高くした場合、見かけの光源の位置は 26

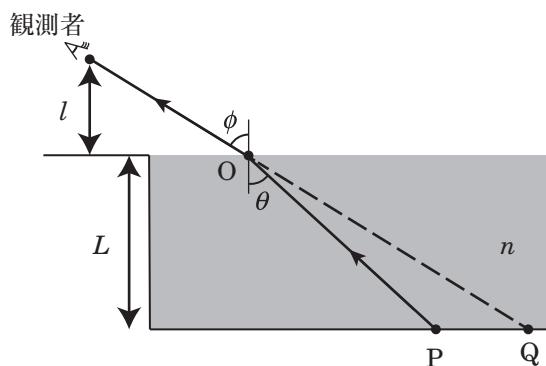


図1

22 の解答群

- ① 1.0×10^7 ② 9.0×10^7 ③ 2.3×10^8 ④ 3.9×10^8 ⑤ 4.3×10^8
⑥ 1.0×10^{-7} ⑦ 9.0×10^{-7} ⑧ 2.3×10^{-8} ⑨ 3.9×10^{-8} ⑩ 4.3×10^{-9}

23 の解答群

- ① $n \sin \theta$ ② $n \tan \theta$ ③ $\frac{1}{n} \sin \theta$ ④ $\frac{1}{n} \tan \theta$
⑤ $\frac{n}{\sin \theta}$ ⑥ $\frac{n}{\tan \theta}$ ⑦ $\frac{1}{n \sin \theta}$ ⑧ $\frac{1}{n \tan \theta}$

24 と 25 の解答群

- ① $l \sin \phi + L \sin \theta$ ② $l \tan \phi + L \tan \theta$ ③ $L \tan \phi - L \tan \theta$
④ $L \sin \phi - L \sin \theta$ ⑤ $L \sin \phi + l \sin \theta$ ⑥ $L \tan \phi + l \tan \theta$
⑦ $L \tan(\phi - \theta)$ ⑧ $L \sin(\phi - \theta)$ ⑨ $l \sin \phi + l \sin \theta$
⑩ $l \tan \phi + l \tan \theta$ ⑪ $L \tan(\phi + \theta)$ ⑫ $L \sin(\phi + \theta)$

26 の解答群

- ① 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに小さくなり、点 P に近づく。
② 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに小さくなり、さらに点 P から離れる。
③ 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに小さくなり、動かない。
④ 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに大きくなり、点 P に近づく。
⑤ 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに大きくなり、さらに点 P から離れる。
⑥ 屈折角 ϕ と入射角 θ がともに大きくなり、動かない。
⑦ 屈折角 ϕ が小さくなる一方で入射角 θ は大きくなり、点 P に近づく。
⑧ 屈折角 ϕ が小さくなる一方で入射角 θ は大きくなり、動かない。
⑨ 屈折角 ϕ が大きくなる一方で入射角 θ は小さくなり、さらに点 P から離れる。
⑩ 屈折角 ϕ が大きくなる一方で入射角 θ は小さくなり、動かない。

(2) 次に、池に浮いた円板でおおわれた池の底に位置する点光源からの光を、円板に乗った観測者が円板の両端から身体をのり出して観測した場合を考える。図2に表したように、点Pにある点光源からの光は円板の端Aで入射角 θ_A 、反対側の端Bで入射角 θ_B で水中から空気中へ進んだ。このとき円板の直径Dとそれぞれの入射角を用いて水の深さLは 27 と表される。したがって、図2に表した円板の端Aから点Pにある点光源までの水平距離x($0 < x < D$)は、 $x = \boxed{27} \times \boxed{28}$ としても表されることがわかる。

また、図2に表した円板の端Aからの水平距離xが $x = \frac{D}{2}$ の位置に点光源があり、円板上の観測者が円板の両端から身体をのり出して空気中のどこから水面を観測しても点光源からの光を観測できなかった場合を考える。これは、点光源からの光が水面で全反射していると考えられる。このとき、円板の直径Dの最小値は 29 である。

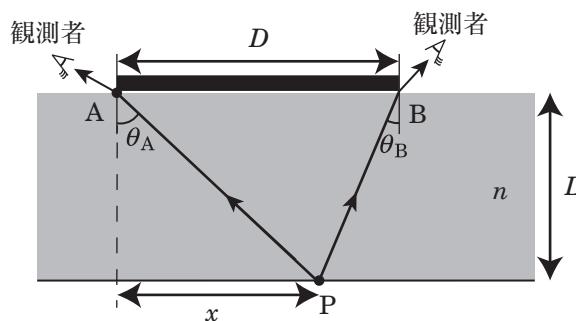


図2

27 の解答群

① $\frac{D}{\tan \theta_A + \tan \theta_B}$

② $\frac{D}{\sin \theta_A + \sin \theta_B}$

③ $\frac{D}{\tan(\theta_A + \theta_B)}$

④ $\frac{D}{\sin(\theta_A + \theta_B)}$

⑤ $\frac{2D}{\tan \theta_A + \tan \theta_B}$

⑥ $\frac{2D}{\sin \theta_A + \sin \theta_B}$

⑦ $\frac{2D}{\tan(\theta_A + \theta_B)}$

⑧ $\frac{2D}{\sin(\theta_A + \theta_B)}$

28 の解答群

- | | | | |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| ① $\tan \theta_A$ | ② $\sin \theta_A$ | ③ $n \tan \theta_A$ | ④ $n \sin \theta_A$ |
| ⑤ $2 \tan \theta_A$ | ⑥ $2 \sin \theta_A$ | ⑦ $2n \tan \theta_A$ | ⑧ $2n \sin \theta_A$ |

29 の解答群

- | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① $\frac{L}{\sqrt{n^2-1}}$ | ② $\frac{2L}{\sqrt{n^2-1}}$ | ③ $\frac{3L}{\sqrt{n^2-1}}$ | ④ $\frac{4L}{\sqrt{n^2-1}}$ |
| ⑤ $L\sqrt{n^2-1}$ | ⑥ $2L\sqrt{n^2-1}$ | ⑦ $3L\sqrt{n^2-1}$ | ⑧ $4L\sqrt{n^2-1}$ |

化 学

(解答番号 ~)

I 次の ~ に入れる最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。25°C, 1.0×10^5 Pa の窒素、酸素、アルゴンは水 1.0 L に、それぞれ 15 mL, 30 mL, 32 mL 溶けるものとする。また、操作は温度を 25°C、圧力を 1.0×10^5 Pa に保ちながら行い、水の蒸気圧および水の体積変化は無視できるものとする。また、問題文中の V_0 , V_1 , V_2 , V_n , v_1 は、25°C, 1.0×10^5 Pa における体積とする。

一般に、気体の水への溶解度は、温度が (ア), 圧力が (イ) ほど大きくなる。圧力と気体の溶解度の関係では、「一定温度で、溶解度の (ウ) 気体が一定量の溶媒に溶けたとき、気体の溶解量（物質量、質量）は、その気体の圧力（分圧）に比例する」という の法則が成り立つ。(ア), (イ), (ウ) の正しい組み合せは、 である。

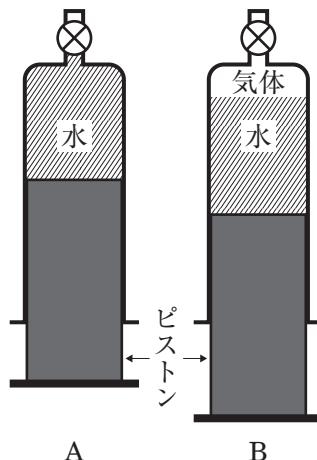
空気（体積百分率で窒素が 80%, 酸素が 20%）と溶解平衡の状態にある水がある。この水 1.0 L を用いて、自由に可動するピストンのついた容器の内部を満たした（図の A）。このとき、気体の水への溶解が の法則に従うとすると、容器内の水に溶けた酸素の体積 V_0 は、 mL と算出できる。

次にこの容器にアルゴンをゆっくりと注入して、容器内の気体の部分の体積を 0.21 L とした（操作 1 回目、図の B）。このとき、気体と液体の間で溶解平衡が成立し、容器内の水には V_1 [mL] の酸素が溶けているとする。容器内の気体の酸素の分圧を $p_1 \times 10^5$ [Pa] とすると、容器内の気体の酸素の体積 v_1 は、 [mL] と表すことができる。また、水に溶けている酸素の体積 V_1 は、 の法則から、 p_1 を用いて [mL] と表すことができる。 V_0 , V_1 , v_1 の関係から、 p_1 は , V_1 は、 mL と算出できる。

次に ピストンを押して容器内から気体部分だけを追い出し、再びアルゴンをゆっくりと注入して気体部分の体積を 0.21 L とした（操作 2 回目）。このとき、容器内の水には

V_2 [mL] の酸素が溶けているとする。さらに、下線で示した操作をもう一度くり返した状態を「操作3回目」とし、以後、この操作をくり返す。操作 n 回目に容器内の水に溶けている酸素の体積 V_n [mL] が、 V_0 [mL] の $\frac{1}{4000}$ 以下になる最小の n は、

8 である。



図

解答群

1

- | | | |
|---------|-----------|-----------|
| ① フアラデー | ② ファントホップ | ③ ヘンリー |
| ④ ヘス | ⑤ ポイル | ⑥ マルコフニコフ |
| ⑦ ラウール | ⑧ ルシャトリエ | |

2

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	高く	高い	大きい
②	高く	高い	小さい
③	高く	低い	大きい
④	高く	低い	小さい
⑤	低く	高い	大きい
⑥	低く	高い	小さい
⑦	低く	低い	大きい
⑧	低く	低い	小さい

3

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.2 | ② 2.0 | ③ 3.5 |
| ④ 4.6 | ⑤ 5.1 | ⑥ 6.0 |
| ⑦ 7.2 | ⑧ 8.8 | ⑨ 9.6 |
| ⑩ 10 | ⑪ 11 | ⑫ 12 |
| ⑬ 13 | ⑭ 14 | ⑮ 15 |

4 , 5

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① 30 p_1 | ② 64 p_1 | ③ 85 p_1 |
| ④ 128 p_1 | ⑤ 147 p_1 | ⑥ 166 p_1 |
| ⑦ 190 p_1 | ⑧ 210 p_1 | ⑨ 262 p_1 |
| ⑩ 320 p_1 | Ⓐ 338 p_1 | Ⓑ 410 p_1 |
| Ⓒ 484 p_1 | Ⓓ 500 p_1 | Ⓔ 530 p_1 |
| Ⓕ 682 p_1 | Ⓖ 750 p_1 | Ⓗ 788 p_1 |

6

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.1×10^{-3} | ② 2.5×10^{-3} | ③ 3.2×10^{-3} |
| ④ 4.7×10^{-3} | ⑤ 5.1×10^{-3} | ⑥ 1.1×10^{-2} |
| ⑦ 2.5×10^{-2} | ⑧ 3.2×10^{-2} | ⑨ 4.7×10^{-2} |
| ⑩ 5.1×10^{-2} | Ⓐ 1.1×10^{-1} | Ⓑ 2.5×10^{-1} |
| Ⓒ 3.2×10^{-1} | Ⓓ 4.7×10^{-1} | Ⓔ 5.1×10^{-1} |

7

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.2×10^{-1} | ② 1.5×10^{-1} | ③ 1.9×10^{-1} |
| ④ 2.1×10^{-1} | ⑤ 2.3×10^{-1} | ⑥ 2.5×10^{-1} |
| ⑦ 3.4×10^{-1} | ⑧ 4.5×10^{-1} | ⑨ 4.9×10^{-1} |
| ⑩ 6.1×10^{-1} | Ⓐ 6.6×10^{-1} | Ⓑ 7.2×10^{-1} |
| Ⓒ 7.5×10^{-1} | Ⓓ 8.3×10^{-1} | Ⓔ 9.2×10^{-1} |
| Ⓕ 1.2 | Ⓖ 1.5 | Ⓗ 1.9 |

8

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 4 | ② 5 | ③ 6 |
| ④ 7 | ⑤ 8 | ⑥ 9 |
| ⑦ 10 | ⑧ 20 | ⑨ 100 |

II 次の 9 ~ 15 に入る最も適當なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。なお、気体定数 R は $8.3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 3 = 1.1$ 、 $\log_e 10 = 2.3$ とする。

ある物質 A から物質 B が生成される分解反応が、 $\text{A} \longrightarrow 2\text{B}$ という化学反応式で表されるとする。いま、一定温度 (27°C) で A の分解反応を行い、A の濃度 $[\text{A}]$ と B の生成速度との関係について、下表のような結果を得た。

A の濃度 $[\text{A}]$ [mol/L]	0.80	0.40	0.20
B の生成速度 [mol/(L·min)]	0.048	0.024	0.012

この結果より、A の分解速度 (反応速度) v_{A} [mol/(L·min)] は (1) 式の反応速度式で表されることがわかり、その比例定数 k (反応速度定数) は 9 /min であると求められる。

$$v_{\text{A}} = k[\text{A}] \quad \dots \dots \quad (1)$$

(1) 式からもわかるように、一般に反応物の濃度 (気体の場合は分圧) を高くすると、反応速度は大きくなる。この主な理由は、10 ためである。A の分解速度 v_{A} は A の濃度 $[\text{A}]$ の減少速度であるので、(1) 式は (2) 式のように表すことができ、

$$-\frac{d[\text{A}]}{dt} = k[\text{A}] \quad \dots \dots \quad (2)$$

これを変数分離して積分すると、A の濃度 $[\text{A}]$ の時間変化を表す (3) 式が得られる。

$$[\text{A}] = [\text{A}]_0 e^{-kt} \quad \dots \dots \quad (3)$$

ただし、 $[\text{A}]_0$ は A の初濃度 ($t=0$ のときの濃度) である。(3) 式より、A の濃度が初濃度の n 分の 1 になるのに要する時間は 11 [min] と表される。以上より、A の半減期 (濃度が 2 分の 1 になるまでの時間) は 12 min であると求められる。

つづいて、反応温度を 77°C に上昇させて同様の分解反応を行ったところ、反応速度定数は 27°C のときの 300 倍となった。このように、一般に反応温度を高くすると、反応速度は大きくなる。この主な理由は、13 ためである。反応速度定数 k (/min) と活性化エネルギー E [J/mol] および絶対温度 T [K] との間に (4) 式の

関係が成り立つとき、この反応の活性化エネルギー E は 14 J/mol であると求められる。

$$\log_e k = -\frac{E}{RT} + C \quad (\text{ただし, } C \text{ は定数}) \quad \dots \dots \quad (4)$$

また、A の分解反応は触媒を加えることにより反応速度が大きくなった。触媒を用いると反応速度が大きくなる理由は、15 ためである。

解答群

9

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.2×10^{-3} | ② 2.4×10^{-3} | ③ 3.0×10^{-3} | ④ 3.6×10^{-3} |
| ⑤ 4.8×10^{-3} | ⑥ 6.0×10^{-3} | ⑦ 9.6×10^{-3} | ⑧ 1.2×10^{-2} |
| ⑨ 2.4×10^{-2} | ⑩ 3.0×10^{-2} | ⑪ 3.6×10^{-2} | ⑫ 4.8×10^{-2} |
| ⑬ 6.0×10^{-2} | ⑭ 9.0×10^{-2} | ⑮ 1.2×10^{-1} | ⑯ 2.4×10^{-1} |
| ⑰ 3.0×10^{-1} | ⑱ 4.8×10^{-1} | ⑲ 6.0×10^{-1} | ⑳ 9.6×10^{-1} |

10

13

15

- ① 活性化エネルギーのより大きい反応経路で反応が進行する
- ② 活性化エネルギーのより小さい反応経路で反応が進行する
- ③ 化学反応によって生じる反応エンタルピーが増加する
- ④ 化学反応によって生じる反応エンタルピーが減少する
- ⑤ 反応する分子どうしの単位時間あたりの衝突回数が増加する
- ⑥ 反応する分子どうしの単位時間あたりの衝突回数が減少する
- ⑦ 衝突したときに遷移状態になりうる分子の数が増加する
- ⑧ 衝突したときに遷移状態になりうる分子の数が減少する

11

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① kn | ② $\log_e kn$ | ③ $n \log_e k$ | ④ $k \log_e n$ |
| ⑤ $\frac{k}{n}$ | ⑥ $\frac{n}{k}$ | ⑦ $\log_e \frac{k}{n}$ | ⑧ $\log_e \frac{n}{k}$ |
| ⑨ $\frac{k}{\log_e n}$ | ⑩ $\frac{n}{\log_e k}$ | ⑪ $\frac{\log_e k}{n}$ | ⑫ $\frac{\log_e n}{k}$ |

12

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.2 | ② 2.3 | ③ 3.5 | ④ 4.6 |
| ⑤ 6.9 | ⑥ 9.2 | ⑦ 12 | ⑧ 23 |
| ⑨ 35 | ⑩ 46 | ⑪ 69 | ⑫ 92 |
| ⑬ 1.2×10^2 | ⑭ 1.4×10^2 | ⑮ 2.3×10^2 | ⑯ 3.5×10^2 |
| ⑰ 4.9×10^2 | ⑱ 6.9×10^2 | ⑲ 9.2×10^2 | ⑳ 1.4×10^3 |

14

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.1×10^3 | ② 2.2×10^3 | ③ 3.3×10^3 | ④ 4.4×10^3 |
| ⑤ 5.5×10^3 | ⑥ 6.6×10^3 | ⑦ 7.7×10^3 | ⑧ 8.8×10^3 |
| ⑨ 9.9×10^3 | ⑩ 1.1×10^4 | ⑪ 2.2×10^4 | ⑫ 3.3×10^4 |
| ⑬ 4.4×10^4 | ⑭ 5.5×10^4 | ⑮ 6.6×10^4 | ⑯ 7.7×10^4 |
| ⑰ 8.8×10^4 | ⑱ 9.9×10^4 | ⑲ 1.1×10^5 | ⑳ 2.2×10^5 |

(第Ⅲ問は次ページから始まる)

III 次の 16 ~ 30 に入る最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。電気分解により溶液の体積は変化しないものとする。原子量は、H=1.0, O=16, S=32, Cu=64とする。

(1) 銅は自然界では主に銅と鉄の硫化鉱物である 16 として存在し、溶鉱炉、転炉で精錬して粗銅として得られた後、電解精錬により純銅となる。電解精錬では 17 に粗銅板、18 に純銅板、電解液に硫酸銅(II)の硫酸酸性溶液を用いて電気分解を行う。このとき、17 では粗銅中に含まれていた不純物のうち、イオン化傾向が銅より 19 金属は、イオンとなり溶液中へ溶け出す。一方、イオン化傾向が銅より 20 金属は、単体のまま沈殿する。この沈殿を 21 という。18 では銅イオンが還元され、純銅が得られる。

上記の電極を用いて、硫酸銅(II)水溶液 2000 mL を電気分解した。その結果、粗銅板は 83.93 g 減少し、純銅板は 83.13 g 増加した。また、21 の質量は 0.43 g であり、溶液中の銅(II)イオンの濃度は 0.0250 mol/L 減少し。この電気分解で沈殿せずに溶け出した不純物の金属の質量は 22 g であった。なお、粗銅板には不純物として金属だけが含まれており、純銅板に析出する物質は銅のみであった。

(2) 銅を空气中で加熱すると黒色の 23 が生じる。さらに約 1000°C 以上で加熱すると赤色の 24 になる。23 を希硫酸に溶かして得られる水溶液を濃縮すると、青色の結晶 25 が析出する。25 の水溶液に少量ずつアンモニア水を加えると、はじめ青白色の沈殿 26 を生成するが、さらに過剰のアンモニア水を加えるとこの沈殿は錯イオン 27 を生じて溶け、深青色の溶液となる。

結晶 25 6.00 g をるつぼに入れ、250°C の電気炉にて重量減少が起こらなくなるまで加熱した。このとき、るつぼに残った粉末の質量は 28 g であった。

(3) 銅は種々の合金としても多く利用され, 29 との合金である黄銅は伸ばしたり曲げたりしやすいことから, 楽器などに用いられている。また, 銅と 30 の合金である青銅はさびにくく硬い性質をもち, 鐘や銅像に用いられている。

解答群

16, 21, 29, 30

- | | | | |
|----------|---------|-------|----------|
| ① アルミニウム | ② スラグ | ③ スズ | ④ 陽極泥 |
| ⑤ 赤鉄鉱 | ⑥ 緑青 | ⑦ 亜鉛 | ⑧ ジュラルミン |
| ⑨ 黄銅鉱 | ⑩ 紺青 | ⑪ クロム | ⑫ 磁鉄鉱 |
| ⑬ ニッケル | ⑭ アマルガム | ⑮ 炭素 | ⑯ アルミナ |

17, 18

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 正極 | ② 陽極 | ③ 負極 | ④ 陰極 |
|------|------|------|------|

19, 20

- | | |
|-------|-------|
| ① 小さな | ② 大きな |
|-------|-------|

22, 28

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.37 | ② 0.80 | ③ 1.54 | ④ 1.97 | ⑤ 2.14 |
| ⑥ 2.30 | ⑦ 3.46 | ⑧ 3.57 | ⑨ 3.84 | ⑩ 4.00 |
| ⑪ 4.27 | ⑫ 4.61 | ⑬ 5.14 | ⑭ 5.57 | ⑮ 6.00 |

23 ~ 27

- | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|
| ① $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | ② Cu_2O | ③ CuSO_4 |
| ④ CuO | ⑤ CuCO_3 | ⑥ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ |
| ⑦ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ | ⑧ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | ⑨ Cu |
| ⑩ CuS | ⑪ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | ⑫ CuCl_2 |

IV 次の 31 ~ 37 に入る最も適當なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。

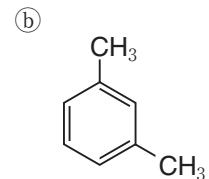
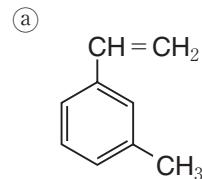
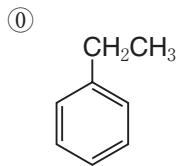
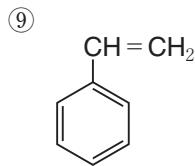
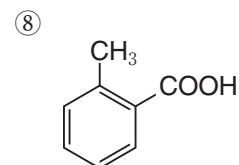
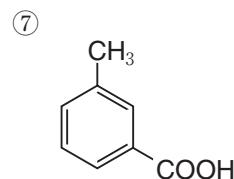
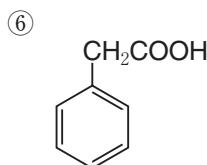
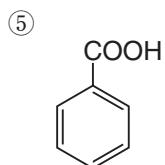
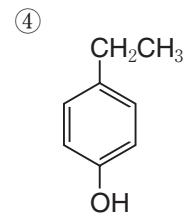
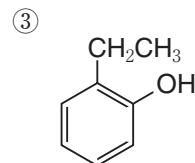
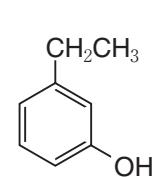
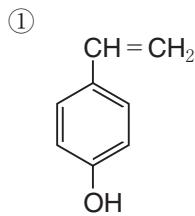
分子式が $C_8H_{10}O$ である芳香族化合物 A, B, C, D はいずれもヒドロキシ基を有している。化合物 A および B は、いずれもベンゼンの一置換体であり、脱水すると同一の化合物 E を生じる。また、化合物 A および B は、過マンガン酸カリウムを用いて十分に酸化すると同一の化合物 F を生じた。化合物 A および B のうち、化合物 A のみ不齊炭素原子をもつ。したがって、化合物 E は 31、化合物 F は 32 である。また、化合物 A には鏡像異性体が化合物 A を含め 33 種類存在する。

化合物 C および D は、それぞれベンゼンの二置換体および三置換体であり、それぞれは塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色反応を示した。化合物 C のベンゼン環に結合する水素原子 1 個を塩素原子で置換した化合物には 2 種類の異性体が存在する。したがって、化合物 C は 34 である。化合物 C には、ベンゼンの二置換体であり、塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色反応を示さない構造異性体が 35 種類存在する。化合物 D には、ベンゼンの三置換体であり、塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色反応を示す構造異性体が化合物 D を含め 36 種類存在する。

化合物 A, B, C のうち、ヨードホルム反応に陽性の化合物は化合物 37 である。

解答群

31 , 32 , 34



33 , 35 , 36

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 6

⑦ 7

⑧ 8

⑨ 9

⑩ 10

37

① A

② B

③ C

④ A と B

⑤ A と C

⑥ B と C

⑦ A と B と C

生 物

(解答番号 1 ~ 56)

I 細胞の構成成分に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

細胞を構成する主要な有機物には、1、2、3、および4がある。高分子化合物である1には生体そのものを構成したり、代謝に不可欠な触媒である5として働くなどの多彩な機能がある。2には主要なエネルギー貯蔵分子である6や、生体膜を構成する主要成分である7などがある。3は、最も基本的なエネルギー源であり、遺伝情報の保持や発現に関わる高分子化合物である4の構成成分ともなる。一般的に、これらの有機物を構成する元素のうち、1のみに含まれるのは8であり、2と4のみに含まれるのは9であり、1と4のみに含まれるのは10である。

問1 上の文中の に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

1 ~ 10

〔解答群〕

- | | | |
|---------|------------|------------|
| ① アミノ酸 | ② 核 酸 | ③ 酵 素 |
| ④ 抗 体 | ⑤ 脂 質 | ⑥ 脂 肪 |
| ⑦ ステロイド | ⑧ セルロース | ⑨ 炭水化物 |
| ⑩ タンパク質 | ⑩ a ヌクレオシド | ⑩ b ヌクレオチド |
| ⑪ 水 | ⑪ d リン脂質 | ⑪ e C |
| ⑫ H | ⑫ g N | ⑫ h O |
| ⑬ P | ⑬ j S | |

問2 タンパク質に関する次のAからDの記述のうち、正しい記述またはその組み合はせとして、最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 11

- A ヒトのタンパク質を構成するアミノ酸は20種類ある。
- B 翻訳の際に、最後に結合されたアミノ酸にはカルボキシ基が残る。
- C 二次構造は水素結合により形成される。
- D ジスルフィド結合は同一ポリペプチド鎖内においてのみ形成される。

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑪ AとBとC | ⑫ AとBとD |
| ⑬ AとCとD | ⑭ BとCとD | ⑮ AとBとCとD |
| ⑯ 正しい記述はない | | |

問3 アミノ酸に関する次のAからDの記述のうち、正しい記述またはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 12

- A 体内で十分量合成できず、食物から摂取する必要があるアミノ酸を必須アミノ酸といい、ヒトでは12種類ある。
- B 酸性の側鎖をもつアミノ酸は親水性である。
- C グルタミン酸とアスパラギン酸の側鎖は、血しょう中において正の電荷をもつ。
- D リシン、アルギニン、およびヒスチジンはアルカリ性の側鎖をもつ。

[解答群]

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑪ AとBとC | ⑫ AとBとD |
| ⑬ AとCとD | ⑭ BとCとD | ⑮ AとBとCとD |
| ⑯ 正しい記述はない | | |

問4 生体膜に関する次のAからDの記述のうち、正しい記述またはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 13

- A 細胞膜は二重の生体膜からできている。
- B 7 の親水性の部分は外側を向き、疎水性の部分は内側に向かってい
る。
- C 水分子や親水性の物質は透過しにくい。
- D 生体膜を構成する分子は流動性があり、膜タンパク質は膜内を比較的自由に動
くことができる。

[解答群]

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑪ AとBとC | ⑫ AとBとD |
| ⑬ AとCとD | ⑭ BとCとD | ⑮ AとBとCとD |
| ⑯ 正しい記述はない | | |

II 動物の環境応答に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

軸索に活動電位が生じると、静止状態にある周辺部との間に生じた電位差によって局所的に電流が流れる。この局所的な電流による刺激によって 14 が起り、近傍にある電位依存性の 15 チャネルを刺激することで、新しく活動電位が発生する。興奮した領域とまだ興奮していない領域との電位差によって生じる 16 電流によって、軸索に沿って次々と興奮が伝わる。有髓神経纖維の場合、17 におおわれた部分は電気的な絶縁性が高い。そのため、興奮は 18 間を跳躍伝導する。活動電位が発生した直後には、電位依存性の 15 チャネルが不活性化し、すぐには次の刺激に反応しない 19 があるため、興奮直後の部位へ興奮が伝わることはない。

ニューロンにおける軸索の末端は、他のニューロンと 20 を介して接続している。20 を介して情報を送る側の細胞において、神経終末まで興奮が伝導すると、小胞から 21 が放出され、これを別のニューロンが受容して情報が化学的に伝えられる。

複数のニューロンから同時に刺激を受けた場合 22 加重がおこる。また、単一のニューロンから短時間にくり返し刺激を受けた場合 23 加重がおこる。

問1 左の文中の に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じ語が当てはまる。

14 ~ 23

[解答群]

- | | | |
|----------|---------|----------|
| ① 神経伝達物質 | ② 樹状突起 | ③ ランビエ絞輪 |
| ④ 髄 鞘 | ⑤ 抑制性 | ⑥ 興奮性 |
| ⑦ 不応期 | ⑧ 閾 値 | ⑨ シナプス |
| ⑩ ホルモン | ⑩ 可塑性 | ⑪ 時間的 |
| ⑪ 空間的 | ⑫ 脱分極 | ⑫ 過分極 |
| ⑬ 活 動 | ⑭ ナトリウム | ⑮ カリウム |
| ⑮ カルシウム | ⑯ クロライド | |

問2 ヒトにおいて外界からの刺激の受容に関する次のAからDの記述のうち、正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 24

- A ロドプシンは、錐体細胞の視物質である。
B うずまき管の適刺激はからだの回転や傾きである。
C 嗅覚における受容器の適刺激は化学物質である。
D 皮膚は温点や冷点、痛点などが混在する受容器である。

[解答群]

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑩ AとBとC | ⑪ AとBとD |
| ⑪ AとCとD | ⑫ BとCとD | ⑫ AとBとCとD |
| ⑬ 正しい記述はない | | |

問3 次のAからDの記述のうち、フェロモンにより起こる動物の行動として、正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 25

- A カイコガの雄が左右の触角で刺激を受容することで、雌に近づく。
- B イトヨの雄は同種の別の雄が近づくと攻撃する。
- C キンカチョウの雄は、求愛するためのさえずりを学習する。
- D イヌに餌を与える前にベルの音を聞かせることを繰り返すと、ベルの音のみで唾液を分泌するようになる。

[解答群]

- ① Aのみ
- ② Bのみ
- ③ Cのみ
- ④ Dのみ
- ⑤ AとB
- ⑥ AとC
- ⑦ AとD
- ⑧ BとC
- ⑨ BとD
- ⑩ CとD
- ⑪ AとBとC
- ⑫ AとBとD
- ⑬ AとCとD
- ⑭ BとCとD
- ⑮ AとBとCとD
- ⑯ 正しい記述はない

(第Ⅱ問の問4は次ページから始まる)

問4 下の図を参考にして、アメフラシの学習に関する次の文中の [] に当てはまる最も適切な記述を右の解答群から選び、マークせよ。 [26] , [27]

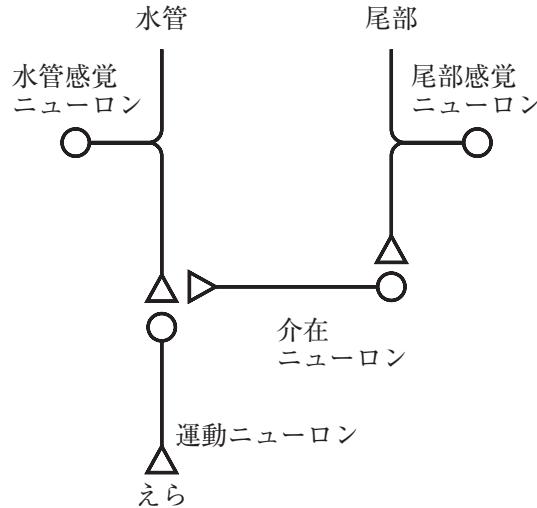


図 アメフラシにおける慣れ、脱慣れ、鋭敏化に関わる神経回路

アメフラシの水管への機械刺激が繰り返し与えられると、しだいにえらを引っ込めなくなる慣れが長期的に継続する。この時、神経回路では [26] が変化した結果、運動ニューロンの活動電位の発生頻度が変化している。

慣れを起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えると、えら引っ込め反射が慣れから回復する脱慣れが起こる。さらに強い電気ショックを与えると、本来であれば反応が得られないほどの水管への弱い機械刺激に対しても、敏感に反射を起こす鋭敏化が長期的に継続する。この時、神経回路では [27] が変化した結果、運動ニューロンの活動電位の発生頻度が変化している。

[解答群]

- ① 水管感覺ニューロンの活動電位の発生頻度
- ② 水管感覺ニューロンの神經終末における小胞の数
- ③ 水管感覺ニューロンと運動ニューロンの結合
- ④ 尾部感覺ニューロンの活動電位の発生頻度
- ⑤ 尾部感覺ニューロンの神經終末における小胞の数
- ⑥ 尾部感覺ニューロンと介在ニューロンの結合
- ⑦ 介在ニューロンの活動電位の発生頻度
- ⑧ 介在ニューロンの神經終末における小胞の数

(第Ⅲ問は次ページから始まる)

III 胚発生における誘導に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

28 とマンゴルドは、色の異なる2種類の両生類の胚を用いて、一方の
29 の 30 を他方の 29 の腹側の予定表皮域に移植する実験をおこ
なった。その結果、移植を受けた胚の本来の 31 や神経管に加えて、別の
31 や神経管などをもつ二次胚が形成された。この二次胚では、 31 を含
む一部の組織は移植片である 30 からの細胞に由来していたが、それ以外の部分
は移植を受けた胚の細胞に由来していた。この実験から、 28 とマンゴルドは
『 X 』と考え、 30 は 32 と名づけられた。
33 は、両生類の 34 を用いて、予定 35 域と予定 36 域
を培養する実験を実施した。両者を組み合わせて培養すると、それぞれを単独で培養し
た場合と異なり、 37 の組織が生じた。この 37 は、予定 35 域に
由来する細胞から形成されていた。この実験から、『 Y 』によって、 37
が誘導されるということがいえる。

上記のように、胚の特定の部分が周囲の細胞の分化を引き起こすことを誘導という。
発生におけるさまざまな構造・器官の形成においては、誘導を受けて分化した組織がさ
ア
らに別の組織の分化を引き起こすといった、誘導の 38 がみられることがある。

問1 左の文中の に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

28 ~ 38

[解答群]

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 外胚葉 | ② ガードン | ③ 形成体 |
| ④ 原口背唇部 | ⑤ 後期原腸胚 | ⑥ サンガー |
| ⑦ 軸 索 | ⑧ シュペーマン | ⑨ 初期原腸胚 |
| ⑩ 神経胚 | ⑪ 脊 索 | ⑫ 脊 髓 |
| ⑪ 中胚葉 | ⑫ 重 複 | ⑬ 内胚葉 |
| ⑫ ニューコープ | ⑬ 発 現 | ⑭ 胞 胚 |
| ⑬ 母性因子 | ⑭ 連 鎖 | |

問2 『 X 』に当てはまる最も適切な記述を下の解答群から選び、マークせよ。

39

[解答群]

- | |
|---|
| ① 細胞の分化には、 <input type="text"/> 30 が外部から移植されることが必要である |
| ② 移植片である <input type="text"/> 30 がその周囲の細胞の分化を促した |
| ③ 移植をうけた胚の細胞が移植された <input type="text"/> 30 の分化を促した |
| ④ <input type="text"/> 31 が移植されなければ二次胚に <input type="text"/> 30 は形成されない |

問3 『 Y 』に当てはまる最も適切な記述を下の解答群から選び、マークせよ。

40

[解答群]

- | | | | | |
|------|----|-------------|----|----------------|
| ① 予定 | 35 | 域が予定 | 36 | 域の細胞にはたらきかけること |
| ② 予定 | 36 | 域が予定 | 35 | 域の細胞にはたらきかけること |
| ③ 予定 | 35 | 域で産生されたノーダル | | |
| ④ 予定 | 36 | 域で産生されたノーダル | | |

問4 下線部Aに関して、イモリの眼の形成について次のAからDの記述のうち、正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

41

- A 眼胞が表皮を眼杯に、眼杯が網膜を水晶体に誘導する。
- B 眼杯が表皮を水晶体に、水晶体が自らを網膜に誘導する。
- C 眼胞が眼杯を水晶体に、水晶体が表皮を角膜に誘導する。
- D 眼杯が表皮を水晶体に、水晶体が表皮を網膜に誘導する。

[解答群]

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑪ AとBとC | ⑫ AとBとD |
| ⑬ AとCとD | ⑭ BとCとD | ⑮ AとBとCとD |
| ⑯ 正しい記述はない | | |

(第IV問は次ページから始まる)

IV 生物の進化に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

生物は、単細胞生物から多細胞生物へと進化した。42 は、多くの細胞が連なっているが個々の細胞の明確な機能分化は見られない。一方、43 植物では、細胞の機能分化が見られるようになり、44 植物ではそれに加えて 45 をもつようになる。さらに、種子植物では子孫を残すため 46 を形成するようになる。動物では、原口がそのまま口になるのが、47 などの旧口動物であり、原口とは別のところに新たに口ができるのが、48 などの新口動物である。

問1 上の文中の 42 に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選び、マークせよ。42 ～ 48

〔解答群〕

- | | | | |
|---------|-------|--------|--------|
| ① ミドリムシ | ② ユレモ | ③ アメーバ | ④ シイタケ |
| ⑤ コケ | ⑥ シダ | ⑦ クラゲ | ⑧ 葉状体 |
| ⑨ 維管束 | ⑩ 仮根 | ⑪ 果皮 | ⑫ 胚珠 |
| ⑪ サザエ | ⑫ ウニ | ⑬ カイメン | ⑭ ヒドラ |

問2 生物の系統樹の作成に関する次の文中の [] に当てはまる最も適切なもの
を下の解答群から選び、マークせよ。ただし、[] の中の同じ番号には同じ
ものが当てはまる。 [49] ~ [51]

真核生物において、コードするタンパク質のアミノ酸配列を決めている遺伝子の
領域における塩基の置換が、アミノ酸配列に影響しない場合を [49] 置換とい
う。特に、コドンの3番目の塩基のみに生じた置換は [49] 置換になる場合が
多いが、コドンの [50] 番目の塩基のみに生じた置換も [49] 置換になる
場合がある。

塩基の置換によってアミノ酸配列が変化し、翻訳されたタンパク質の機能が損な
われて個体の生存率が低下することがある。この点、DNA上の遺伝子ではない領
域は、タンパク質をコードしていないため、塩基の置換が生じても個体の生存率に
影響しないことが多い。生存率に影響しない塩基配列の変異は遺伝的に [51]
である。このため、遺伝子ではない領域の塩基の置換の速度は、系統樹の作成にお
ける分子時計としてしばしば用いられる。

[解答群]

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 対立 | ⑥ 中立 | ⑦ 同位 | ⑧ 同義 |
| ⑨ 平均 | ⑩ 異種 | Ⓐ 同種 | Ⓑ 優先 |

問3 系統1から系統4の4種類の生物について、隣接する2つの遺伝子の間の同じ領域の塩基配列を調べたところ、表1に示す結果が得られた。表1から、系統1と系統3では2塩基のみが異なることから両系統が遺伝的に最も近いことがわかる。同様に、他の系統間の塩基が異なる数を表1から求め、表2にまとめよ。また、この結果をもとに考察した右の文中の に当てはまる最も適切なものを、その下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じものが当てはまる。 ～

表1 系統1から系統4における同じ領域の塩基配列

系 統	塩基配列 (5' → 3')			
1	ACTAA	GTCCA	GCCTA	GTCCA
2	AGTTA	GTGCA	GGCTA	GTGCA
3	ACTTA	GTCCA	GCCAA	GTCCA
4	AATAA	GTGCA	GGCAA	GTGGA

表2 系統間における塩基置換の数

系 統	1	2	3	4
1			2	
2				
3				
4				

表2から平均距離法を用いて系統樹を推定する。系統1と系統3が共通の祖先から分かれた後、同じ頻度で塩基配列の変化が生じたとすると、それぞれで変化した塩基の数の平均値は $2 \div 2 = 1$ となる。残りの系統で、系統1または系統3との塩基の違いが小さいのは、系統 [52] である。そこで、系統 [52] と系統1および系統 [52] と系統3で変化した塩基の数の平均値を求める [53] となる。したがって、これら3種の系統の共通祖先から系統 [52] が分かれた後に系統 [52] で変化した塩基の数は [54] となる。この領域での塩基の変化が100年に1カ所の頻度で起こるとすれば、共通祖先から系統 [52] が分かれたのは、およそ [55] 年前と推定できる。その時から、およそ [56] 年後に系統1と系統3が分かれたと推定できる。

〔解答群〕

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |
| ⑨ 1.5 | ⑩ 2.5 | ⑪ 3.5 | ⑫ 4.5 |
| ⑬ 150 | ⑭ 250 | ⑮ 350 | ⑯ 400 |
| ⑰ 500 | ⑱ 600 | ⑲ 700 | ⑳ 1000 |